

VESIHALLITUKSEN MONISTESARJA

1980:27

TUULIKKI ISOTALO

YHTEENVETO HIRVIJÄRVEN JA
HAUTAPERÄN TEKOALTAIDEN
TURVE- JA TURVELAUTTA-
TUTKIMUKSISTA

1980:27

TUULIKKI ISOTALO

YHTEENVETO HIRVIJÄRVEN JA
HAUTAPERÄN TEKOALTAIDEN
TURVE- JA TURVELAUTTA-
TUTKIMUKSISTA

Vesihallitus
Helsinki 1980

R22866 D

S I S Ä L L Y S

1.	TEKOALTAAT SUOMESSA	1
1.2	Aikaisemmin suoritettuja tutkimuksia	2
2.	TEKOALTAIDEN YLEISIÄ OMINAISUUKSIA	3
3.	HIRVIJÄRVEN JA HAUTAPERÄN ALLASALUEIDEN TURVETUTKIMUKSET	4
3.1	Vesistötiedot	4
3.2	Kenttätutkimukset	5
3.21	Hirvijärven allas	5
3.22	Hautaperän allas	12
4.	TEKOJÄRVIEN TILAN KEHITTÄMISEN YLEISPIIRTEITÄ	16
4.1	Hirvijärven ja Hautaperän altaiden veden laadun kehityksestä	18
5.	TURVELAUTAT	20
5.1	Hirvijärvi-Varpulan allasalue	20
5.2	Hautaperän allas	23
6.	YHTEENVETO	24

KIRJALLISUUS

LIITTEET

1. TEKOALTAAT SUOMESSA

Tekoaltaiksi lasketaan kuivalle maalle padotut järvet ja vedenpintaa nostamalla olemassa olevissa järvissä muodostuneet altaat, jos niiden pinta-ala on yli 50 % järven alkuperäisestä pinta-alasta. Padottuja merenlahtia ei yleensä lueta tekoaltaiksi (Muoti-ala 1973). Suomessa on vähän yli 40 valmista tekoallasta. Tähän lukumäärään eivät sisälly alle $0,1 \text{ km}^2$ pinta-alaltaan olevat luonnonravinto- ja kasteluvesilammikot. Tekoaltaiden kokonaispinta-ala on noin 800 km^2 .

Altaiden rakentuminen on tapahtunut pääasiassa tulvasuojelua, vedenhankintaa, virkistyskäyttöä ja voimataloutta varten. Alunperin rakentamisen pääasiallinen tarkoitus oli tulvasuojelu. Nykyään suurin osa tekoaltaista on ns. moninaiskäyttöaltaita, jotka palvelevat useampaa tarkoitusta samanaikaisesti. Tekoaltaiden virkistysarvoon ja maisemallisiin seikkoihin on alettu yhä enemmän kiinnittää huomiota jo altaiden rakennusvaiheessa ja viimeistelytöitä tehtäessä.

Alueellisesti tarkasteltuna tekoaltaiden käyttötarkoitukset poikkeavat selvästi toisistaan. Lapin tekoaltaat ovat suuria, pääasiassa voimatalouden tarpeita silmälläpitäen rakennettuja. Lokkan ja Porttipahdan yhteispinta-ala on noin 80 % tekoaltaiden kokonaispinta-alasta.

Pohjanmaan jokialueen tekoaltaiden pääasiallinen tarkoitus on tulvasuojelu jokien ala- ja keskijuoksulla. Järvettömällä jokialueella on altailla käyttöä myös vedenhankinta- ja virkistysaltaina sekä voimatalouden varastoaltaina.

Etelä- ja Lounais-Suomen rannikkoalueiden tekoaltaat ovat pieniä vedenhankinta- ja virkistyskäyttöaltaita. Altaiden pinta-alat ovat keskimäärin muutamia kymmeniä hehtaareja.

Viimeaikoina on alettu rakentaa pieniä altaita pääasiassa maisemallisia näkökohtia silmälläpitäen. Altaita on rakennettu asutuskeskusten lähelle tai itse asutuskeskuksiin vesittämällä vanhoja vesijättömaita ja estämällä pienten lampien umpeenkasvaminen vedenpintaa nostamalla ja perkaamalla vesikasvillisuus pois. Usein näiden maisemajärvien pinta-ala on alle $0,1 \text{ km}^2$, joten ne eivät yleensä ole mukana tekoallasluetteloissa.

1.2 AIKAISEMMIN SUORITETTUJA TUTKIMUKSIA

Ensimmäinen varsinainen tekoallastutkimus Suomessa tehtiin Lokan ja Porttipahdan allasalueilla 1960-luvun alkupuolella (Arnborg 1965). Tutkimus käsitteli pääasiassa allaspohjaa ja arvioi sen sekä muiden ympäristötekijöiden vaikutusta rakennettaviin altaiin. Koska allasalueet olivat suurimmaksi osaksi suota, tutkimuksessa pyrittiin ennustamaan turpeiden fysikaalisten ominaisuuksien avulla mahdollista turvelauttojen muodostumista. Turpeiden kemiallisten ominaisuuksien avulla koetettiin selvittää tulevien altaiden veden laatua ja laadun muutoksia altaan myöhemmissä vaiheissa. Tutkimusta on jatkettu seuraamalla turvelauttojen nousemista ja häviämistä altailla sekä seurattu veden laadun kehitystä altailla (Heinonen - Airaksinen 1974, Ruuhijärvi - Alapassi - Heikkinen 1976, Nenonen - Nenonen 1972, Kivinen - Kuuskoski 1973, Nenonen O. 1974).

Vastaavanlainen tutkimus tehtiin myös suunnitellulta Kemihaaran - Vuotoksen allasalueelta (Karesniemi 1975, Ruuhijärvi - Kukko-Oja 1975). Tutkimuksissa kartoitettiin allasalueen kasvillisuus sekä altaan suoalueilta määritettiin ne turpeiden fysikaaliset ja kemialliset ominaisuudet, joilla on todettu olevan suurin merkitys turvelauttojen synnylle ja veden laadun kehitykselle. Saatujen tutkimustulosten perusteella ennustettiin mahdollisten turvelauttojen nousu sekä veden laadun kehitys ja esitettiin toimenpiteitä näiden haittavaikutusten vähentämiseksi.

Myös muutamilta Pohjanmaan altailta on tehty tämä ns. perustutkimus. Hirvijärven altaan tutkimuksessa kartoitettiin vain ne alueet, joissa turvelauttojen synty aikaisemman tutkimuksen mukaan olisi todennäköisintä ja yritettiin sitten löytää keinoja turvelauttaongelman ratkaisemiseksi erilaisin painotusmenetelmin (Rönkä - Ahonen 1973). Tutkimusta on jatkettu turvealueiden painotuksen vaikutusten ja veden laadun muutoksien seurantana.

Myös Hautaperän altaalta on tutkittu allaspohja kiinnittäen erityistä huomiota veden alle jääviin turvealueisiin ja niiden ominaisuuksiin. Tutkimuksen perusteella tehtiin ennuste turvelauttojen nousemisesta ja veden laadun kehityksestä (Isotalo 1975). Tutkimusta on jatkettu seurantana. Edellisten tutkimusten kaltainen pohja kartoitus on tehty myös rakenteilla olevasta Kyrkösjärvestä (Isotalo 1975). Myös tätä tutkimusta jatketaan altaan valmistuttua seurantatutkimuksena.

Useilta muiltakin tekoaltailta on tehty erilaisia tutkimuksia pääasiassa seurantatutkimuksia, mutta koska alkuperäisiä olosuhteita ei ole tutkittu, ei ole voitu selvittää alkuperäisten olosuhteiden vaikutusta altaaseen. On vain todettu tapahtuneet muutokset, mutta ei ole voitu selvittää niiden syitä eikä ehkäistä ennalta haittavaikutuksia.

2. TEKOALTAIDEN YLEISIÄ OMINAISUUKSIA

Koska tekojärvet on padottu ainakin suurimmaksi osaksi kuivalle maalle, aiheutuu tästä tiettyjä haittavaikutuksia. Vaikutukset voivat ulottua altaan ulkopuolellekin. Alapuolisen vesistön vedenlaadussa voidaan tekoaltaan vaikutus havaita varsin kauas. Vaikutukset allasalueen luonnontilaiseen kasvillisuuteen ja eläimistöön ovat suuret ja nämäkin vaikutukset voivat ulottua altaan alapuoliseen vesistöön. Yleensä edellämainitut vaikutukset ovat pelkästään haittavaikutuksia. Tekoaltaiden maisemalliset vaikutukset voivat olla tapauksesta riippuen haittavaikutuksia tai tekoallas voi tuoda tervetullutta vaihtelua muuten yksitoikkoiseen maisemaan. Maisemaa parantavissa altaissa on tietysti kiinnitettävä suurta huomiota itse altaan ja sen ympäristön siistimiseen.

Melkoisia vaikeuksia aiheutuu tekoaltaiden säännöstelystä. Kesällä vesipinnat pyritään pitämään säännöstelykorkeuden ylärajalla. Talven kuluessa vedenpintaa lasketaan vähitellen ja yleensä huhtikuun lopulla vedenpinta on säännöstelyn alarajalla, josta se toukokuun alkupuolella sulamisvesien vaikutuksesta nopeasti nousee säännöstelykorkeuden ylärajalle. Säännöstelykorkeudet vaihtelevat metristä jopa 10 metriin riippuen altaan tarkoituksesta ja sijainnista. Voimataloudellisiin tarkoituksiin asumattomille seuduille rakennettujen altainen säännöstelykorkeudet voivat olla yli 10 metriä. Toisaalta asutuskeskuksiin rakennetuissa maise- ja virkistysjärvissä vesipinta pyritään pitämään koko vuoden samalla säännöstelykorkeudella (Muotiala 1973).

Tekoaltaat pyritään patoamaan yleensä topografian muovaamiin altaisiin, jotta keinotekoisien penkereiden rakentaminen jäisi mahdollisimman vähäiseksi ja vesien kerääminen altaisiin olisi helppoa. Koska tällaiset alavat maastokohdat ovat useimmiten soistuneita, veden laatu altaassa riippuu toisaalta altaan pohjalla olevasta turpeen laadusta sekä toisaalta altaaseen tulevan veden laadusta. Turvelauttojen aiheuttama esteettinen ym. haitta veden laadun ohella on toinen onglemakysymys tekoaltailla. Selvittämällä turpeennousuun vaikuttavia tekijöitä ja altaan pohjan vaikutusta veden laatuun, voidaan näiden haitallisia vaikutuksia ennalta ehkäisevillä toimenpiteillä vähentää, mutta tuskin koskaan kokonaan poistaa.

3. HIRVIJÄRVEN JA HAUTAPERÄN ALLAS- ALUEIDEN TURVETUTKIMUKSET

3.1 VESISTÖTIEDOT

Hirvijärven allas sijaitsee osaksi Nurmon ja osaksi Lapuan kuntien alueilla. Hirvijärven allas on yhteydessä kanavan ja säännöstelypadon kautta vuonna 1963 valmistuneeseen Varpulan altaaseen. Hirvijärven allas valmistui 1973. Hirvijärveen johdetaan vedet kanavalla Nurmonjosta Varpulan altaaseen vedet johdetaan Tiistenjokea pitkin. Altailla on yhteinen lasku-uoma Hirvijärvestä kalliotunnelin kautta takaisin Nurmonjokeen. Hirvijärven valuma-alue on n. 650 km² ja pinta-ala 1 550 ha. Suurin säännöstelykorkeus on 4,7 m.

Hirvijärven altaan rakentamisen pääasiallinen syy oli tulvasuojelu alapuolisessa osassa Lapuanjokea. Mutta koska allas sijaitsee muuten lähes järveltömällä alueella ja suhteellisen lähellä Seinäjokea on virkistyskalastus altaalla vilkasta.

Hautaperän allas sijaitsee Kalajoen keskijuoksulla Haapajärvellä. Allas valmistui 1975. Altaaseen laskevat Hinkuanjoki ja Lohijoki sekä Kuonajoki kanavaa pitkin. Altaan rakentamisen tarkoitus oli tulvasuojelu alapuolisessa osassa Kalajokea, mutta myös virkistyskalastuksen sekä ulkoilun tarpeet on otettu huomioon jo allasta suunniteltaessa. Altaasta onkin muodostunut järveltömälle alueelle tärkeä virkistyskalastuspaikka. Allas sijaitsee maastopainanteessa. Altaan säännöstelykorkeus vaihtelee 7.5-11.5 m välillä riippuen talven lumimäärästä ja sen vesiannosta. Altaan pinta-ala on 760 ha, tilavuus 50 milj. m³ ja valuma-alue 980 km². Hautaperän altaasta vedet laskevat Kalajokea pitkin Pohjanlahteen.

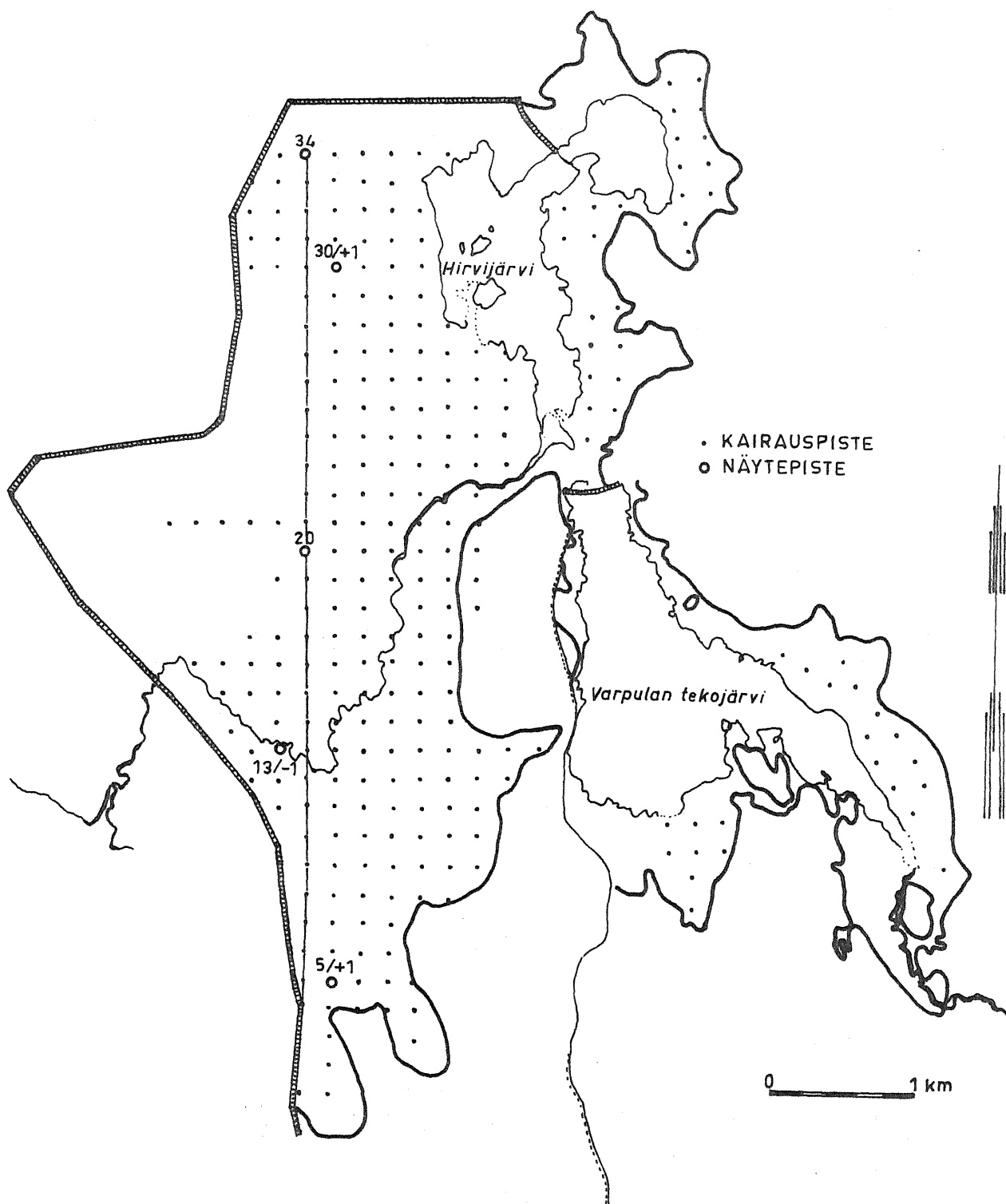
3.2 KENTTÄTUTKIMUKSET

3.21 H i r v i j ä r v e n a l l a s

Hirvijärven altaalta on tutkittu veden alle jäänyt allaspohja (Rönkä - Alhonen 1973). Tämän tutkimuksen yhteydessä tutkittiin myös Varpulan altaan laajennuksen alle jäävät alueet. Varpulan altaan alkuperäisestä pohjasta ei ole olemassa tutkimuksia. Allaspohjan tutkimuksissa kiinnitettiin huomio pääasiassa turvealueisiin sekä turpeiden kemiallisiin että fysikaalisiin ominaisuuksiin. Lisäksi alueelta määritettiin suo- ja metsätyypit. Kartta tutkimuspisteistä on kuvassa 1.

Altaan valmistuttua tutkimus on kohdistunut pääasiassa veden laadun muutoksiin sekä syntyneiden turvelauttojen kehityksen seuramiseen. Näitä tietoja on kerännyt Vaasan vesipiirin vesi- ja rakennustoimisto.

Turpeen nousun ehkäisemiseksi tehtiin valituille turvealueille kokeita erilaisilla painotuksilla ja naveroinnilla. Näiden toimenpiteiden vaikutusta turpeen nousuun seurattiin altaan täytön jälkeen.



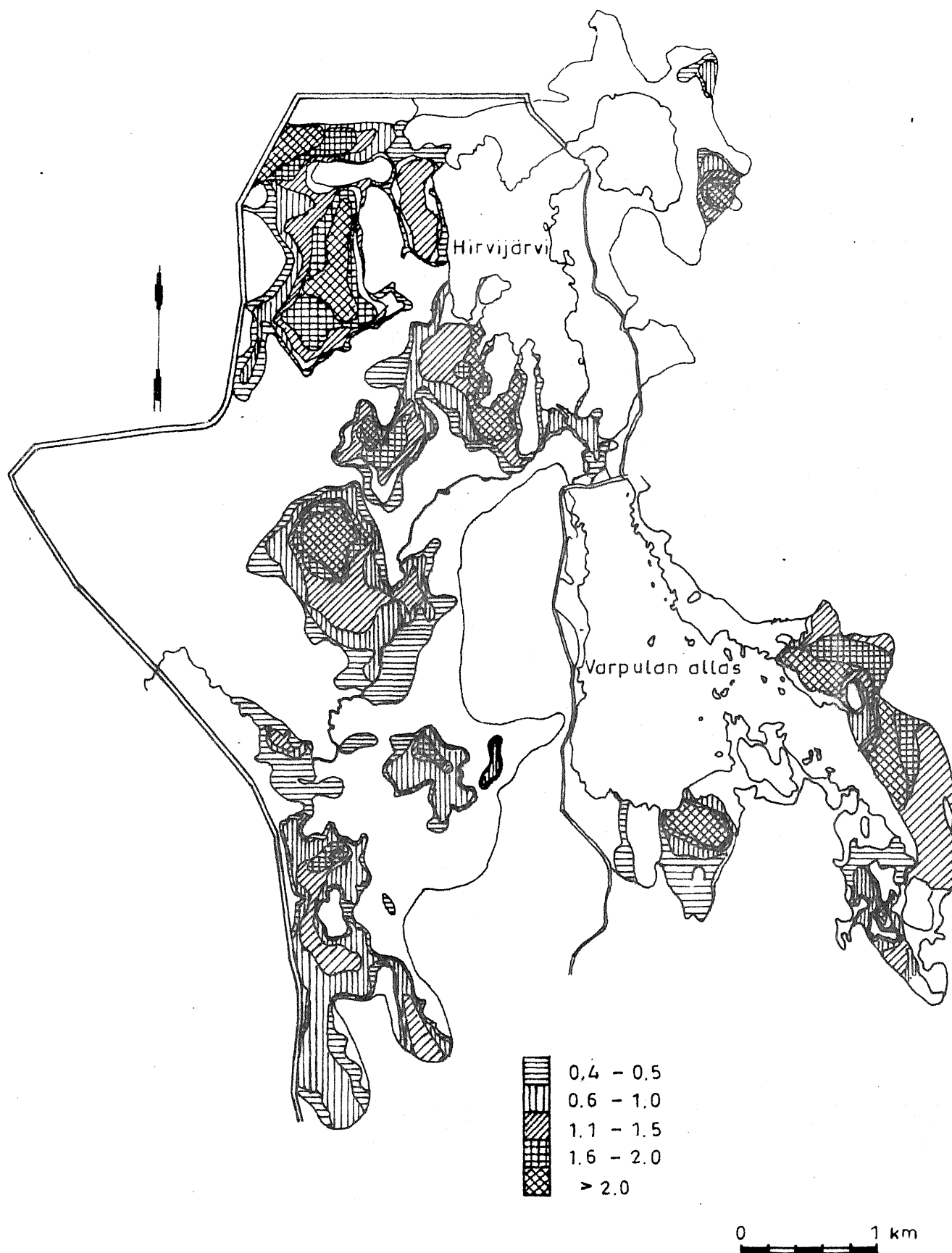
KUVA 1. KARTTAKUVA HIRVIJÄRVEN JA VARPULAN ALTAIDEN
TUTKIMUSPISTEISTÄ

Allasalueen topografia on hyvin loivaa ja korkeuserot ovat pienet. Moreenikumpareiden välissä on kohosoita jotka eivät kuitenkaan ole ehtineet kohota kovin korkealle. Hirvijärven ja Varpulan altaiden yhteispinta-alasta on korpia n. 32 %, rämeitä 20 % ja erilaisia nevoja 16 %. Loput 32 % ovat kangasmetsiä ja vesistöjä. Alueen laajimmat yhteinäiset suoalueet ovat rahkanevat ja saranevat. Rahkanevat muodostavat kohosoita, joilla keskiosan turvepaksuus voi olla yli 3 m (Rönkä - Alhonen 1973).

Allasalueella turpeiden paksuus mitattiin 158 pisteessä. Mittaukset tapahtuivat pisteissä, joissa turvepaksuus oli yli 0,3 m. Tällaisia turvealueita oli n. 708 ha eli noin 35 % koko allas-alasta. Turvekerroksen keskimääräiseksi paksuudeksi tuli n. 1,1 m (kuva 2).

Turvelajit ja turpeiden maatumisasteet on määritetty tutkimuspisteissä syvyysuunnassa 50 cm välein (Rönkä - Alhonen 1973). Allasalueella on erotettu viisi turvelajiryhmää: rahkaturpeet (St), saraturpeet (Ct), sararahkaturpeet (CSt), rahkasaraturpeet (SCt) sekä metsärahkaturpeet (LSt). Rahkaturvetta on enimmäkseen suon pintaosissa ja syvemmillä on sararahkaturvetta. Rahkaturvetta esiintyy myös pohjaosissa, jolloin se usein on heikosti maatunutta. Metsärahkaturvetta on runsaimmin syvemmillä turvepatjassa kuin sen pintaosissa. Saraturvetta esiintyy enemmän ainoastaan paalujen 5, 5/+1 ja 5/+2 tienoilla, missä se on vallitsevana turvelajina koko turvepatjassa.

Turpeiden maatumisasteista voidaan todeta, että pintakerros on heikosti maatunutta (H_1-H_2), välikerrokset ovat yleensä keskinkertaisesti (H_4-H_6) maatuneita ja pohjaosat hyvin maatuneita (H_7-H_{10}). Muutamissa tutkimuspisteissä (28/+1, 29, 32/+1 ja 33/-1) on maatuneiden turvekerrosten alla keskinkertaisesti maatunutta turvetta.



KUVA 2. HIRVIJÄRVEN JA VARPULAN ALTAIDEN
TURVEPAKSUUDET

Turvelajeittain tarkasteltaessa maatumisasteita voidaan todeta, että yleensä sara- ja sararahkaturpeiden maatumisasteet ovat rahkaturpeiden maatumisastetta korkeammat. Tämä johtuu osaksi paitsi turvelajin asemasta turvepatjassa myös saraturpeiden suuremmasta maatumisnopeudesta. Jyrkkärajaiset turvelajin ja maatumisasteen muutokset ovat otollisia olosuhteita turvelauttojen synnylle. Pitkin tällaista rajapintaa on todettu heikosti maatuneen turpeen repeävän ja yläosan nousevan lautaksi vedenpinnalle (Ruuhijärvi 1970).

Turpeiden fysikaalisista ominaisuuksista tutkittiin pH, märkä- ja kuivatilavuuspaino, maatumisaste, kosteus ja huokoisuus. Näiden ominaisuuksien on todettu eniten vaikuttavan turvelauttojen syntyyn (Karesniemi 1975). Tutkitut turvenäytteet on otettu viidestä eri tutkimuspisteestä syvyysuunnassa 25 cm välein. Edellä mainitut turpeiden ominaisuudet on määritetty TKK:n vesitalouden laboratoriossa DI Kalevi Karesniemen johdolla (Rönkä - Alhonen 1973). Tulokset on esitetty taulukossa 1.

Edellä mainittujen turpeiden fysikaalisten ominaisuuksien on todettu olevan tärkeimmät tekijät turvelauttojen muodostumisessa. Taulukossa 2 tarkastellaan, mitkä ovat kunkin ominaisuuden kriittiset arvot turvelauttojen nousemisessa.

Taulukko 2. Turpeen fysikaaliset ominaisuudet (keskimäärin) turpeen nousun edellytyksenä (Karesniemi 1975)

Ominaisuus	Arvo
Märkätilavuuspaino	alle 1 g/cm ³
Kuivatilavuuspaino	alle 0,110 g/cm ³
Kosteus märkäpainosta	yli 88 %
Huokoisuus	yli 93 %
Maatumisaste	alle 5
Kaasumäärä	yli 43 l/m ³

Taulukossa eivät ominaisuudet ole missään tärkeysjärjestyksessä. Edellä lueteltujen fysikaalisten ominaisuuksien lisäksi vaikuttavat turpeen nousuun mm. turvelaji, turpeen kerroksellisuus ja turvekerroksen paksuus sekä suon puustoisuus, rimpisyys ja jänteisyys.

Taulukko 1. Hirvijärven allasalueen turpeiden fysikaalisia ominaisuuksia (Rönkä-Alhonen 1973)

Näytepaikka ja syvyys cm	Turvelaji/ Maatumis- aste		pH	Märkä tilav. paino g/cm ³	Kuiva tilav. paino g/cm ³	Kosteus % märkä- painosta	Huokoisuus %
5/+1							
5	Ct	2	5,10	1,080	0,146	86,5	93,6
25	Ct	2	5,10	1,048	0,070	93,0	97,4
50	Ct	5	4,60	1,025	0,105	89,7	91,8
75	Ct	5	4,45	1,042	0,098	90,6	93,7
100	LjCt	7	4,50	1,060	0,149	86,0	90,5
125	LjCt	8	4,70	1,108	0,248	77,6	86,2
13/-1							
5	SCt	4	4,50	1,001	0,078	92,2	95,6
25	SCt	5	4,25	1,083	0,151	86,1	91,4
50	Lj	-	4,90	1,274	0,466	63,5	73,9
75	Lj	-	4,95	1,190	0,357	70,0	79,5
34/-1							
25	LSt	4	3,40	1,042	0,192	81,6	87,4
50	CSt	5	3,55	1,022	0,127	87,6	91,9
75	LCSt	7	3,75	1,060	0,200	81,2	88,0
100	LSt	8	4,60	1,023	0,143	86,0	90,2
120	LSt	9	4,60	1,029	0,112	89,1	92,6
30/+1							
5	St	0	3,40	0,482	0,031	93,7	98,2
25	St	1	3,30	0,942	0,049	94,8	97,2
50	CSt	7	3,30	1,019	0,150	85,3	90,0
75	CSt	5	3,30	1,005	0,095	90,5	94,0
100	CSt	4	3,60	1,008	0,082	91,9	95,0
125	CSt	7	3,55	1,003	0,091	91,0	94,4
150	CSt	7	3,65	1,015	0,091	91,1	94,4
175	CSt	8	3,50	1,022	0,116	88,7	92,5
200	CSt	6	3,90	1,035	0,122	88,2	92,1
225	CSt	8	3,95	1,024	0,092	91,0	94,4
250	SCt	9	4,75	1,025	0,083	91,9	95,0
265	Lj	-	4,80	1,415	0,342	75,4	85,8
20/0							
5	St	1	3,10	0,856	0,058	93,2	96,5
25	St	1	3,15	0,710	0,052	92,7	97,0
50	St	2	3,20	0,994	0,075	92,4	95,7
75	St	5	3,25	1,001	0,105	89,6	93,6
100	St	4	3,20	1,018	0,081	92,1	95,3
125	St	6	3,20	1,030	0,102	90,1	93,6
150	St	8	3,45	1,020	0,127	87,6	91,5
175	CSt	9	3,80	1,032	0,136	86,8	91,2
200	CSt	7	3,80	1,025	0,106	89,7	93,3

Veden laadun muutoksien seuraamiseksi otettiin kemiallisia analyysejä varten viidestä pisteestä turvenäytteitä 50 cm välein syvyysuunnassa. Näytepisteet valittiin turvekartoitusten perusteella siten, että yksi edusti puhdasta saraturvetta, yksi rahkaturvetta, kaksi rahkasaraturvetta. Turpeiden kemiallisista aineista tutkittiin rikki, fosfori, rauta ja typpi. Nämä aineet valittiin, koska niillä on katsottu olevan suurin merkitys valmiin altaan ravinnepitoisuuteen.

Taulukko 3. Hirvijärven allasalueen turpeiden kemialliset ominaisuudet tutkimuspisteittäin (Rönkä - Alhonen 1973)

Näytepaikka syvyys m	Turvelaji	Rikki	Rauta	Fosfori	Typpi
		tot mg/g	tot mg/g	tot mg/g	tot %
5/+1					
0,0-0,5	Ct	22,1	9,25	0,85	2,45
0,5-1,0	Ct	20,1	9,20	0,80	1,12
1,0-1,5	LjCt	18,4	7,75	0,41	0,60
20/0					
0,0-0,5	LSt	19,5	2,00	0,12	0,97
0,5-1,0	St	20,4	2,15	0,02	0,48
1,0-1,5	St	20,2	2,45	0,12	0,84
1,5-5,0	CSt	24,5	3,70	0,15	1,55
30/+1					
0,0-0,5	SCT	26,0	2,80	0,12	1,12
0,5-1,0	CSt	20,5	3,85	0,32	0,81
1,0-1,5	CSt	24,0	4,65	0,25	0,97
1,5-2,0	CSt	33,0	10,20	0,41	1,13
13/-1					
0,0-0,5	SCT	16,0	5,15	1,12	1,26
0,5-1,0	LjSCT	19,5	6,35	0,98	1,12
34/0					
0,0-0,5	CSt	14,9	1,85	0,10	0,92
0,5-1,0	CSt	11,0	1,65	0,12	0,71
1,0-1,5	LCSt	13,5	1,70	0,05	0,84
1,5-2,0	CSt	20,3	1,55	0,25	0,98

Tuloksia tarkasteltaessa huomio kiintyy kokonaisrikin varsin suureen määrään. Yleensä turpeiden rikkipitoisuus on vain noin kymmenesosa Hirvijärven turpeiden rikkipitoisuudesta. Hirvijärven allas on Litorinameren aluetta ja tällä alueella on tavattu paikoin varsin korkeita rikkipitoisuuksia turpeissa (Kiiskinen 1975). Sekä rikki että rauta liukenevat pH:n ollessa alle 4 ja

aiheuttavat varsinkin kalastolle melkoista vahinkoa, koska nämä aineet saostuvat helposti kalojen kiduksiin ja voivat tätä kautta aiheuttaa jopa kalakuolemia. Typpi ja fosfori ovat altaan veden perustuotannon kannalta tärkeimmät aineet. Niiden välisestä suhteesta riippuu paljolti altaan perustuotannon luonne (Kleemola 1968).

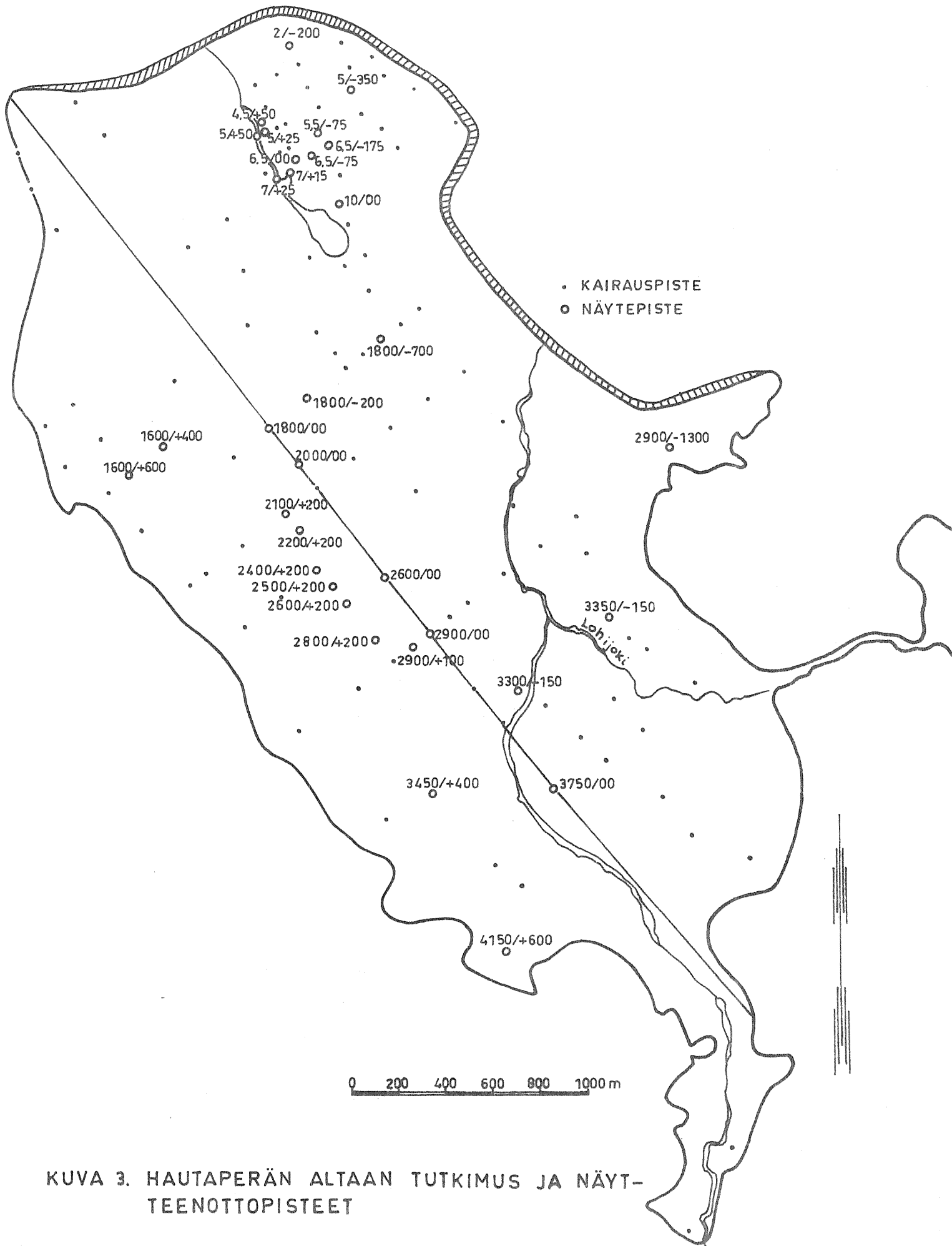
3.22 Hautaperän alla

Hautaperän altaan pohjasta tehtiin tutkimus, johon kuului maaperäkartan laatiminen ja sen perusteella tehtiin sitten turvealueista tarkemmat tutkimukset (Isotalo 1975). Tutkimuspisteet on esitetty kuvassa 3.

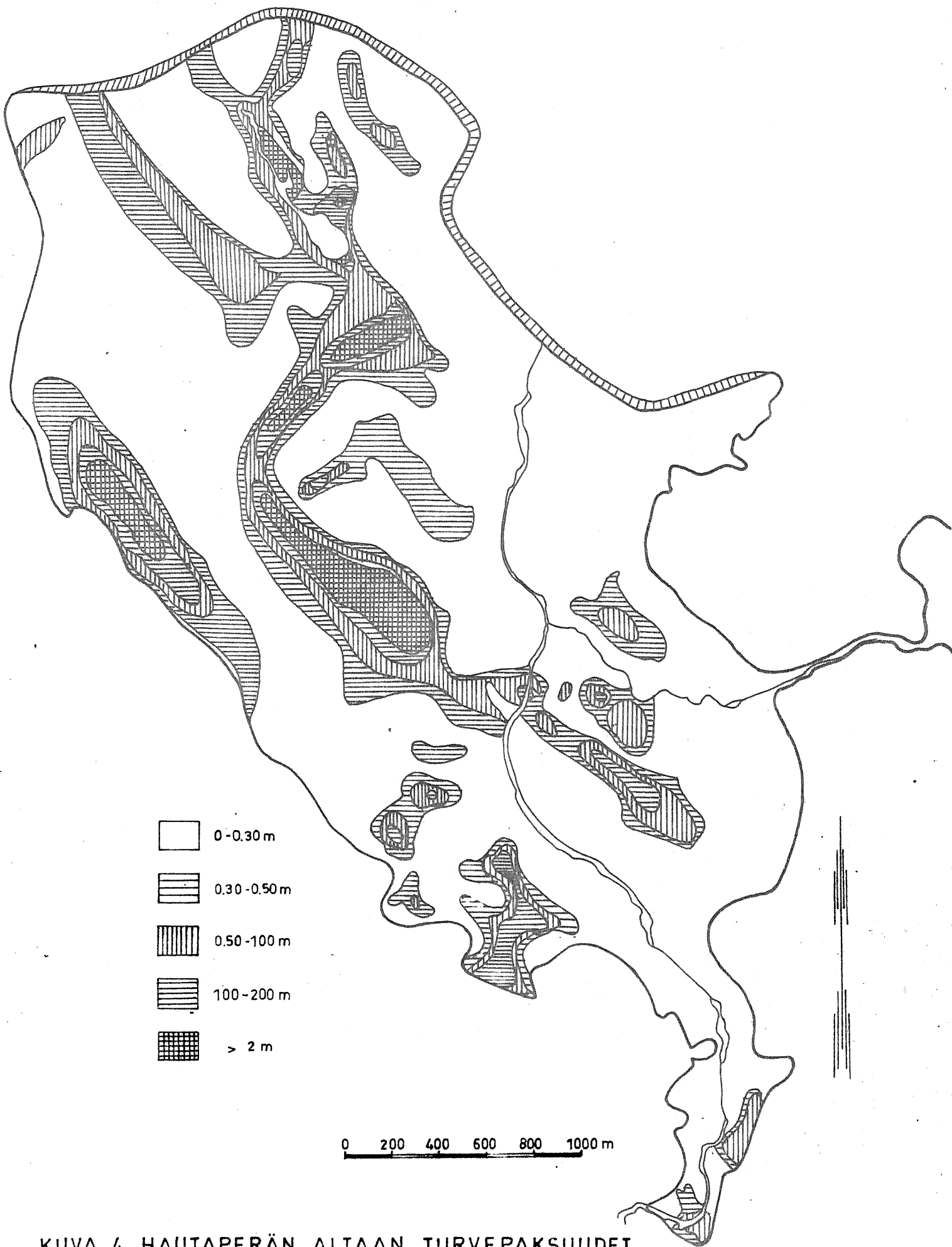
Taulukko 4. Maalajit Hautaperän altaalla

Maalaji	Pinta-ala	%
Turve	227,9 ha	30,0
Moreeni	390,3 "	51,5
Hiekka + sora	4,8 "	0,5
Siltti	137,0 "	18,0
Yhteensä	760,0 ha	100,0 %

Turvealueeksi on laskettu sellaiset alueet, joissa turvepaksuus on yli 30 cm. Turvekerrosten paksuus vaihtelee 0,3-3,0 m välillä. Turpeen paksuus mitattiin 83 mittauspisteessä. Kuvassa 4 on esitetty Hautaperän turvealueet sekä turvepaksuudet. Lisäksi turvealueilta tutkittiin turvelajit, maatumisasteet, aikaisemmin mainitut turpeen nousuun vaikuttavat turpeiden fysikaaliset ominaisuudet sekä veden laatuun vaikuttavat turpeiden kemialliset ominaisuudet. Altaan täytön jälkeen on vedestä tehty kemialllisia määrittelyksiä ja seurattu veden laadun kehitystä sekä turvelauttojen muodostumista. Tarkempia laboratoriotutkimuksia varten (tila-



KUVA 3. HAUTAPERÄN ALTAAN TUTKIMUS JA NÄYTTEENOTTOPISTEET



KUVA 4. HAUTAPERÄN ALTAAN TURVEPAKSUUDET

vuuspaino, kosteus, huokoisuus) otettiin turvenäytteitä 28 pisteestä 25 cm välein. Tulokset on esitetty tutkimuspisteittäin taulukossa 5 (liite 1).

Pääosa Hautaperän altaan keskiosan turvealueesta on raivattu pelloksi. Peltoalueilla ovat turvelauttojen muodostumismahdollisuudet melko pienet johtuen peltojen kuivatuksesta ja siitä aiheutuneesta tilavuuspainon kasvusta. Varsin suuri osa yli 2 m paksuista turvealueista oli peltona.

Luonontilaisesta suoalueesta oli lähes puolet rahkaturvetta. Puujätteen osuus rahkaturpeessa oli paikoin varsin suuri. Saraturvetta oli vain noin 20 % turvealasta. Loput voitiin lukea sekaturpeiden luokkaan (rahkasara- ja sararahkaturpeet).

Suurin osa turpeista kuului maatumisasteluokkaan keskinkertaisesti maatuneet turpeet (H_4-H_6). Poikkeuksen muodosti Paloneva, jossa yhdessä tutkimuspisteessä oli 2 metrin syvyydessä raakaa (H_2-H_3) rahkaturvetta ja vielä 2.8 metriä paksun turvepatjan alaosassakin oli maatumisaste vain H_4 . Korkeiden maatumisasteiden runsaus johtunee osaksi siitä, että tutkimuspisteet pyrittiin valitsemaan mahdollisimman paksuturpeisilta alueilta.

Allasalueen suotyyypeistä voidaan sanoa, että pääosa yli 0,5 m paksuista turvealueista oli sara- ja varpurämeitä tai näiden välimuotoja. Ohutturpeiset suot (0,3-0,5 m) olivat pääasiassa korpityypin soita. Suopeltojen osuus turvealasta oli n. 30 %.

Kemiallisia analyysyjä varten (N, Fe, P ja S) otettiin 15 pisteestä turvenäytteitä 50 cm välein syvyyssuunnassa. Analyysitulokset on esitetty taulukossa 6 (liite 2).

Analyysituloksia tarkasteltaessa havaitaan typpipitoisuuksien vaihtelevan turvelajeittain. Saraturpeet sisältävät typpeä yleensä enemmän kuin rahkaturpeet. Alueellisia eroja ei typpipitoisuuksien suhteen ollut havaittavissa.

Rautapitoisuudet tutkimusalueen turpeissa olivat melko korkeat. Varsinkin turpeiden pintaosissa oli suuria rautapitoisuuksia. Fosforipitoisuudet olivat suurimmat pintaturpeissa alavilla ja märillä alueilla, jotka saavat fosforia ympäröiviltä kivennäismailta valuvesien mukana.

Rikkipitoisuudet altaan turpeissa olivat melko pienet eikä niissä ollut havaittavissa eroja alueellisesti eikä turvelajeittain.

4. TEKOJÄRVIEN TILAN KEHITTÄMISEN YLEISIPIIRTEITÄ

Tekojärvien veden peruslaatu määräytyy suurimmaksi osaksi samojen tekijöiden vaikutuksesta kuin yleensäkin järvien veden laatu. Näitä tekijöitä ovat mm. valuma-alueen koko ja sen maaperä. Koska tekojärvi padotaan suurimmaksi osaksi kuivalle maalle, aiheutuu tästä seikkoja, joita ei tavata luonnollisissa järvissä. Tällaisia tekojärvien veden laatuun voimakkaasti vaikuttavia seikkoja ovat mm. allaspohjan laatu ja erityisesti eloperäisten maiden määrä (turvelaadut), altaan ikä, veden viipymä altaassa, altaan säännöstelytapa. Mitä pienempi altaan valuma-alue on ja mitä pidempi viipymä altaassa, sitä enemmän vaikuttavat edellä mainitut seikat veden laatuun.

Tekojärvien alle jääneiltä maa-alueilta liukenee veteen hyvin runsaasti orgaanisia aineita, jotka muodostavat hajottajaorganismeille runsaan ravintolähteen. Myös maaperästä uuttuu runsaasti ravinteita veteen. Tekoaltaan vesi on tästä syystä aluksi hyvin huonolaatuista.

Tähänastiset tutkimustulokset osoittavat kuitenkin veden laadun yleensä nopeasti paranevan parina patoamisen jälkeisenä vuotena (Vogt 1971, Heinonen - Airaksinen 1974). Tämän jälkeen veden laadun paraneminen huomattavasti hidastuu, usein melkein kokonaan loppuu. Tämän on selitetty johtuvan siitä, että patoamisen alkuvaiheessa altaassa oleva elävä orgaaninen aines hajoaa nopeasti veden pieneliöstön vaikutuksesta. Myöhemminkin on orgaanista ainesta vielä runsaasti jäljellä, mutta se on pieneliöille vaikeammin hajoitettavassa muodossa ja altaalla vaikuttaa hitaat ekosysteemiä muokkaavat voimat (Vogt 1974).

Tämä vaihe kestää, kunnes allaspohjalle on muodostunut mineralisoitunutta järven pohjalietettä ja turvelautoilta ja rannoilta loppuu ravinteiden ja orgaanisen aineksen liukeneminen (Vogt 1976). Vanhimmissa tekojärvissä on meillä vasta 2-4 cm järven pohjalietettä. Turvealueille perustetuissa 10 vuotta vanhoissa tekojärvissä ei ole vielä kehittynyt koko altaan pohjaa peittävää järven pohjasedimenttiä. Säännöstelyasteen voimakkuudesta ja altaan syvyydestä johtuen voi ranta-alueelle jäädä leveä ns. säännöstelyvyöhyke, johon ei veden nousemisen ja laskeutumisen vuoksi pääse muodostumaan normaalia järvenpohjasedimenttiä. Varsinkin loivarantaisilla voimakkaasti säännöstellyillä altailla tämä vyöhyke voi olla varsin leveä. Luonnollisesti jyrkkärantaisilla alueilla vyöhyke jää säännöstelyasteesta riippumatta huomattavasti kapeammaksi (Vogt 1976).

Tekojärvien veteen liuennut happi kuluu nopeasti altaan alkuaikoina orgaanista ainesta hajottavien eliöiden toimintaan ja orgaanisen aineksen mineralisointiin. Tästä johtuu hapettoman veden esiintyminen varsinkin talvella jääpeitteen alla, jolloin vesi on alimmillaan. Keväällä sulamisvesien vaikutuksesta hapeton tila nopeasti paranee. Hapettomuudesta aiheutuu veden voimakas happamuus, joka taas edistää altaan pohjalta raudan ja fosforin liukenemista veteen.

Tekoaltaiden talvista happitilannetta voidaan hiukan auttaa suorittamalla juoksutus esim. putkien avulla mahdollisimman läheltä pohjaa ja jos mahdollista järven syvimmästä kohdasta. Tämä auttaa alusveden vaihtumista, eikä altaalle pääse muodostumaan hapetonta kerrosta moneksi vuodeksi pohjan läheisyyteen, vaan altaan vesi vaihtuu vuoden aikana kokonaan. Lisäksi tällainen juoksutustapa vaikuttaa altaan veden kerrostumiseen. Matalissa altaissa on kerrostuminen melko vähäistä. Syvissä jyrkkärantaisissa altaissa kerrostuneisuus varsinkin talvella voi olla hyvin selvää ja voimakasta.

4.1 HIRVIJÄRVEN JA HAUTAPERÄN ALTAIDEN VEDEN LAADUN KEHITYKSESTÄ

Hirvijärven allas on matala eikä altaaseen pääse sen vuoksi muodostumaan kerrostuneisuutta. Hautaperän allas on paikoin niin syvä, että kerrostuneisuutta pääsee muodostumaan. Mataluudesta johtuen myös veden lämpötila on Hirvijärvessä kesällä korkeampi kuin Hautaperän altaassa.

Taulukko 7. Hirvijärven ja Hautaperän altaiden vedenlaatu
(Vedenlaaturekisteri Vesihallitus)

näytteenotto- aika	syvyys m	lämpö- tila °C	O ₂ kyll.%	pH	väri mg Pt/l	kok.N mg/l	kok.P mg/l	kok.Fe mg/l
Hirvijärvi								
16.7.1975	1,0	17,4	75	5,6	260	2,63	54	2,1
	6,0	17,2	65	5,5	260	3,00	52	1,9
30.3.1976	1,0	0,6	53	5,5	210	0,77	68	3,1
	2,0	1,4	22	-	-	-	-	-
	2,5	1,6	4	5,6	330	1,07	170	3,8
	4,0	3,5	-1,2	5,9	430	1,02	390	7,0
Hautaperä								
30.9.1975	1,0	9,4	53	6,4	270	0,75	52	2,7
	8,5	9,2	68	6,5	280	0,82	81	2,8
24.3.1976	1,0	0,2	68	5,9	230	0,79	79	2,4
	4,5	1,0	51	5,8	200	-	-	-
	7,5	1,9	0	5,7	400	1,80	300	9,8
7.7.1976	1,0	13,5	76	6,5	200	0,79	78	1,6
	5,0	13,5	75	6,5	200	-	-	-
	10,0	13,5	74	6,5	200	0,94	61	1,4
14.3.1977	1,0	0,2	50	-	160	0,85	54	1,6
	5,0	0,9	12	-	200	-	-	-
	7,0	1,3	-	-	-	-	-	-
	9,0	2,3	0	-	500	2,10	360	20,0
26.7.1977	1,0	16,0	70	6,7	160	2,10	57	0,7
	6,0	15,6	71	6,5	-	-	-	-
	13,1	14,1	74	6,2	220	0,63	70	0,9
1.3.1978	1,0	0,1	58	6,9	180	0,88	60	1,7
	3,0	0,3	37	-	-	-	-	-
	5,7	1,2	18	5,9	220	0,96	66	2,5

Pohjanmaalla vedet ovat keskimääräistä (pH 7,1) happamampia eli keskimäärin pH 6,2-6,3. Alunomailla on tähän huomattava merkitys (Laaksonen 1970).

Hirvijärvellä on kesällä yhtä pH-yksikköä happamampaa vettä kuin Hautaperällä. Tämä johtuu ainakin osaksi edellä mainitusta pohjan suuresta rikkipitoisuudesta. Talvella ero ei ole niin suuri.

Veden Pt-väriä on käytetty vedessä olevan humuspitoisen orgaanisen aineksen mittana. Suomen vesistöistä suurimmat väriarvot ovat Pohjanmaalla, jossa ne ovat keskimäärin 180 mg Pt/l (Laaksonen 1970). Kumpikin tekoallas ylittää värin osalta keskiarvon. Varsinkin talvella Pt-väriarvo saa altaiden pohjaosissa varsin suuria arvoja (300-500 mg Pt/l). Nämä suuret arvot johtuvat osaksi runsaasta humuspitoisuudesta sekä värin voimakkaasta korrelaatiosta rautaan.

Suuri typpipitoisuus altaiden vedessä kesällä johtuu suuresta planktonin biomassasta, joka taas kuvastaa tekojärville tyypillistä eutrofista piirrettä (Vogt 1978). Kuitenkin Hautaperän altaalla on alkuvuosina ollut pieni kokonaistyppipitoisuus. Kolmannen vuoden kesällä typpipitoisuus on kuitenkin noussut pintavedessä melko suureksi.

Kokonaisrautapitoisuus on koko maassa keskimäärin 1,1 mg/l:ssa. Pohjanmaalla keskimääräinen pitoisuus on 1,7-2,1 mg/l (Laaksonen 1970). Hirvijärvellä ja Hautaperän altaalla on tavattu korkeita rautapitoisuuksia vähähappisessa pohjavedessä etenkin talvella.

Yleensä veden happipitoisuuden kyllästysarvolla on negatiivinen korrelaatio kokonaisfosforiin ja -typpipitoisuuksiin, positiivinen korrelaatio veden happamuuteen (Laaksonen 1970). Joka talvi on kummankin altaan pohjalta tavattu täysin hapetonta vettä. Vuonna 1978 vesi oli Hautaperän altaassa hapetonta vasta huhtikuun alussa.

Yleensä voidaan sanoa tekojärvien veden olevan lähes kaikilta ominaisuuksiltaan normaalia järvivettä huonompilaatuista. Kuitenkaan veden laatu ei ole niin huonoa, etteivät kalat ja vesilinnut viihtyisi niillä. Useat tekojärvet ovat hyvin runsaskalaisia.

5. TURVELAUTAT

5.1 HIRVIJÄRVI-VARPULAN ALLASALUE

Turvetutkimuksen ja muilta altailta saatujen kokemusten perusteella tehtiin Hirvijärven altaalle ennuste turvelauttojen muodostumisalueista (Rönkä - Alhonen 1973). Ennusteen mukaan turvetta tulisi Hirvijärven allasalueella nousemaan pintaan melko runsaasti, onhan allaspohjastakin lähes puolet turvealuetta. Saraturve on suuremman kaasunkehityskykynsä vuoksi alttiimpaa nousemaan pintaan kuin rahkaturve ja suuri rimpisyys vielä lisää turpeenousun riskiä (Karesniemi 1975). Koska Hirvijärvi-Varpulan suoalueet ovat pääasiassa rahkaturvetta ja rimpisyys suoalueilla on melko vähäistä, tulisi Hirvijärven-Varpulan altailla turvetta nousemaan noin 200-250 ha (Rönkä - Alhonen 1973). Tosin tämä kaikki tuskin tulisi olemaan yhtäaikaaisesti pinnalla, sillä osa lautoista uppoaa metaanin kehityksen vähentyessä, osa taas jää pysyvästi pinnalle ja saa rehevän kasvipeitteen. Osa lautoista nousee ja laskee veden lämpötilan ja metaanikehityksen vaihteluiden vuoksi. Turvelauttojen nouseminen on vilkkainta keväällä ja alkukesällä. Tämä johtuu siitä, että veden lämmitessä metaanin kehitys turpeessa voimistuu ja veteen liukoisuus pienenee ja kun kaasu ei voi vapaasti poistua turpeesta, tapahtuu kaasun nostopaineesta johtuen turvelautan repeäminen irti pohjasta ja nouseminen pinnalle (Arnborg 1965).

Turpeenousun tutkimiseksi tehtiin Hirvijärven alueella erilaisia kokeita. Koejärjestelyt suoritettiin talvella 1973 ja saman vuoden keväällä allas täytettiin ensimmäisen kerran. Osa turpeenousun riskialueista kuormitettiin mineraalimaalla. Kuormittamisessa käytettiin eri paksuisia ja eri levyisiä kuormituskaistoja. Osalla alueesta tehtiin naverointia eri levyisiin kaistoihin.

Kokeen tuloksena voitiin todeta, että 10 metrin välein suoritettu kuormitus (180 kg/m^2) ei pysytynyt estämään kuormittamattomien osien nousua pinnalle. Turve venyi niin paljon, että kuormittamattomat osat nousivat vedenpinnalle ja kuormitetut jäivät veden alle. Yhtenäinen 20 metriä leveä painotuskaista (150 kg/m^2) pysyi ainakin ensimmäisenä vuotena pohjassa. Toisena vuotena ilmes-tyivät samat turvelautat ja muutamia uusiakin. Uusia turpeen- nousualueita ei ilmennyt, vaan turvetta nousi samoilta alueilta kuin aikaisemminkin.

Kesällä 1975 suoritettiin alueella ilmakehu ja ilmakehu- tarkastellessa voidaan todeta, että Hirvijärven alueelta oli turvetta noussut n. 77 ha ja Varpulan altaalla 29 ha eli yhteensä 105 ha. Runsainta turpeen nousu oli Hirvijärven altaan eteläpäässä, jossa myös suurimmat lautat olivat, yksi suurempi lautta oli noussut myös alkuperäisen Hirvijärven länsipuolen suoalueelta. Hirvijärven altaalla turvelauttoja nousi 14,4 % koko turvealasta ja Varpulassa 20,1 % laajennuksen jälkeen veden alle jääneestä turvealasta (kuva 5, liite 3).

Turvelautoista otettiin näytteitä turpeiden kemiallisten ominaisuuksien määrittämiseksi. Samalla otettiin näytteet turvelauttojen alla olevasta allaspohjasta. Turvelauttojen turpeet olivat sara (1 näyte) ja rahka (6 näytettä) turvetta. Turvelauttojen alla oleva turve oli saraturvetta (4 näytettä) ja rahkasaraturvetta (3 näytettä). Näytteet on otettu elokuussa 1973.

Taulukko 8. Hirvijärven allasalueen turvelauttojen ja pohjan keskimääräiset ravinnepitoisuudet turvelajeittain

			P	S	Fe
	pH	N %	tot mg/g	tot mg/g	tot mg/g
Turvelautta					
Saraturve Ct	7	2,58	1,05	0,82	4,3
Rahkaturve St	3,3	1,92	0,89	0,91	5,5
Pohja					
Saraturve Ct	8,2	1,75	0,81	0,76	5,5
Rahkasaraturve St	7,3	1,64	0,84	0,60	5,5

Verratessa tilannetta alkuperäisen ja veden vaikutukselle alttiina olleen turpeen kemiallisten ominaisuuksien välillä, voidaan todeta rikin kohdalla tapahtuneen voimakasta liukenemista veteen. Turpeen rikkipitoisuudet ovat laskeneet noin 20 mg/g:sta alle 1 mg/g:ssa pitoisuuksiin. Eri turvelajien välillä ei ole olennaista eroa. Typpipitoisuuksissa ei ole tapahtunut merkittäviä muutoksia. Rautapitoisuuksissa näyttää paikoin jonkin verran tapahtuneen raudan liukenemista veteen. Rauta liukenee helposti, jos veden pH laskee alle 4, mikä on saattanut tapahtua altaassa pohjan vaikutuksesta varsinkin altaan täytön alkuaikoina. Päinvastoin kuin rauta, fosfori on lisääntynyt veden kanssa kosketuksissa ollessaan turpeessa. Tekoaltaat päinvastoin kuin muut järvet luovuttavat fosforia veteen ja rehevöittävät alapuolista vesistöä (Karesniemi 1975). Veden pH-luvun noustessa yli 5,5 liukoisen fosforin määrä nousee (Kurki 1972). Turvetta kuumennettaessa ja kuivattaessa sen kolloidinen rakenne särkyy ja fosforihappo tulee suureksi osaksi veteen liukenevaksi (Kivinen 1948, M. Salmi 1950). Hirvijärven allaspohjaa raivattiin polttamalla, jolloin turpeen fosfori saattoi osin tulla vesiliukoiseksi.

Lauttoja numero 1 ja 2 (liite 3) tarkasteltaessa ja yritettäessä löytää syitä niiden nousemiseen, voidaan alkuperäisen suoalueen todeta olleen varsinaista saranevaa, jossa turvepaksuus oli n. 1-1,5 m (Hiltunen 1972). Turvelaji lautan 1 kohdalla oli saraturve ja lautan 2 kohdalla pinnassa oli sararahkaturvetta ja pohjalla saraturvetta. Kummallakin alueella oli suon pohjalla 30 cm paksu, hyvin maatunut saraturvekerros.

Syntyneiden lauttojen (1 ja 2) paksuus oli vain noin puoli metriä. Voidaan siis olettaa lauttojen repeytyneen suurinpiirtein pitkin maatumisrajaa H_{1-3}/H_{4-6} . Turpeiden kuivatilavuuspainokin muuttuu tällä kohdalla yli kriittisen rajan eli $0,110 \text{ g/cm}^3$.

Lauttaryhmää numerot 6-11 tarkasteltaessa voidaan todeta niiden syntyneen alkuperäisen Hirvijärven länsirannalle. Suotyyppi alueella on varsinaista saranevaa ja turvepaksuus n. 1 m. Pintaturve on rahkaa, joka syvemmillä muuttuu sararahkaturpeeksi. Tässä tapauksessa suo on jo alunperin kellunut veden päällä.

Muut lautat (numerot 3, 4 ja 5) ovat kooltaan varsin pieniä ja mahdollisesti Hirviluoman joen rantasoista nousseita.

Varpulan altaan puolella ei voida yhtä selvästi osoittaa sitä, miksi turvelauttoja on syntynyt. Lauttojen 1, 2 ja 3 nousemisen syynä on osaksi rantasoiden jo valmiiksi kelluvan turve ja lautta 4 on syntynyt Tiistenjoen rantaturpeiden noustessa.

Vuoden 1975 jälkeen eivät turvelautat ole vähentyneet. Jonkin verran ne ovat kulkeutuneet tuulen mukana ja hiukan repeilleet. Varsinaisesti ei uusia alueita ole noussut, mutta vanhoilta nousualueilta on tullut lisää turvelauttoja.

5.2 HAUTAPERÄN ALLAS

Myös Hautaperän altaalta tehtiin turvetutkimusten perusteella ennuste mahdollisesti nousevista turvealueista. Ennusteen mukaan turvetta tulisi nousemaan vain Hautalammen ympäriltä. Tällä alueella turve onkin jo itse asiassa kelluvaa. Lisäksi mahdollista turpeennousualueutta on Hautalammen eteläpäästä lähtevä suoalue. Arvion mukaan turvetta tulisi nousemaan vain noin 20 ha eli 8-9 % koko turvealasta. Näin pieneen määrään on osaksi selityksenä, että Hautaperällä oli suhteellisen vähän luonnontilaisia soita. Suurin osa soista oli peltona, joissa turve oli hyvin tiivistynyttä ja tilavuuspainot suuret. Tällaisilta alueilta ei yleensä ole todettu tapahtuneen turpeennousua.

Allas täytettiin ensimmäisen kerran kesällä 1975. Vuosina 1976-1979 ei altaalla tapahtunut juuri ollenkaan turpeennousua. Muutamin paikoin saattoi havaita pieniä rannalta veden vaihtelujen irrottamia lauttoja, jotka parin ensimmäisen kesän aikana ajalehtivät rannalle. Sen jälkeen ei uusia turvelauttoja ole noussut.

6. Y H T E E N V E T O

Sekä Hirvijärven että Hautaperän altaiden rakentaminen perustui pääasiassa alapuolisen vesistöalueen tulvasuojeluun. Pinta-alaltaan altaat ovat samaa suuruusluokkaa. Hirvijärven allas on suhteellisen matala kokonaisuudessaan, kun taas Hautaperän altaalla on suuriakin vaihteluja syvyyden suhteen. Hirvijärvellä mataluus aiheuttaa sen, että altaaseen ei muodostu kerrostuneisuutta. Kun taas Hautaperän altaan syvimmissä kohdissa on otolliset olosuhteet kerrostuneisuudelle. Säännöstelykorkeus on Hautaperän altaassa lähes kaksinkertainen verrattuna Hirvijärven altaaseen.

Kummankin altaan pohjasta oli n. 30 % suota. Pääosa Hirvijärven altaan soista oli luonnontilaisia. Koko suoalueesta oli korpia 47 %, rämeitä 29 % ja nevoja 24 %. Hautaperällä pääosa suoalueesta oli peltona. Luonnontilaisia soita oli vain jokivarsissa ja Hautalammen ympärillä sekä peltojen reunaosissa. Pohjan erilaisuudesta johtuen myös turpeen nousun riski altailla muodostui erilaiseksi. Hautaperän altaalla ei turvetta ole noussut käytännöllisesti katsoen ollenkaan, kun taas Hirvijärvellä turvetta on noussut lähes 80 ha huolimatta turvealueiden kuormittamisesta mineraalimaalla.

Altaiden vedenlaadusta voidaan todeta, että Hirvijärvellä veden pH on lähes yhden yksikön pienempi kuin Hautaperällä. Tämän voi katsoa johtuvan altaan pohjan suuresta rikkipitoisuudesta Hirvijärvellä. Muut tutkitut vedenlaatuominaisuudet ovat verrattavissa ja samankaltaisia kuin muissakin tekojärvissä. Pahin ongelma tekojärvien vedessä on hapen puute tai jopa hapettomuus talvella varsinkin altaiden pohjaosissa.

K I R J A L L I S U U S

- Arnborg, L., Oden, S. & Pousette, J., 1965. Lokka och Porttipahta
Dämningsmagasin. Aktiebolaget Hydroconsult. Upsala.
- Heinonen, P. & Airaksinen, E., 1974. Lokan ja Porttipahdan tekojär-
vien tilan kehittymisestä vuosina 1971-1974.
Vesihallituksen tiedotus 77.
- Hiltunen, M., 1972. Hirvijärven altaan turvekartoitus. Käsikirjoi-
tus. Vesihallitus teknillinen tutkimustoimisto.
- Isotalo, T., 1975. Hautaperän altaan turvegeologinen tutkimus.
Pro gradu-tutkimus Helsingin yliopisto, Geologian
ja Paleontologian laitos.
- Karesniemi, K., 1975. Kemihaaran altaan suo- ja turvetutkimus.
Vesihallituksen tiedotus 86.
- Kiiskinen, R., 1975. Suullinen tiedonanto. Viljavuuspalvelu Oy.
- Kivinen, E., 1948. Suotiede. Porvoo.
- Kleemola, E., 1968. Soille tehtyjen altaiden veden laatu.
Suuret tekojärvet. Vesiyhdistys ry.
- Kurki, M., 1972. Suomen peltojen viljavuudesta II.
Viljavuuspalvelu Oy. Helsinki.
- Laaksonen, R., 1970. Vesistöjen veden laatu. Maa- ja vesiteknil-
lisiä tutkimuksia 17. Helsinki.
- Muotiala, S., 1973. Tekojärvien rakentaminen Suomessa.
Kansallisosakepankin kuukausikatsaus B 15. Helsinki.

- Nenonen, O., 1974. Kokemuksia Lapin tekojärvistä. Rakennus-
tekniikka 7.
- Nenonen, O. & Nenonen, M., 1972. Havaintoja Lokan ja Porttipahdan
tekoaltailta. Vesihallituksen tiedotus 21.
- Ruuhijärvi, R., 1970. Turpeen noususta Lokan altaalla. Suo 6.
- Ruuhijärvi, R., Alapassi, M. & Heikkinen, R., 1976. Lokan tekoaltaan
turvelauttatutkimus. Käsikirjoitus. Vesihallitus,
teknillinen tutkimustoimisto.
- Ruuhijärvi, R. & Kukko-Oja, K., 1975. Kemihaaran allasalueen luonto.
Vesihallituksen tiedotus 87.
- Rönkä, E. & Alhonen, P., 1973. Turvegeologisia tutkimuksia Hirvi-
järven tekoaltaalla. Vesihallituksen tiedotus 48.
- Salmi, M., 1950. Turpeiden hivenaineista. Geologinen tutkimuslaitos,
Geoteknillisiä julkaisuja 50. Helsinki.
- Vedenlaaturekisteri. Vesihallituksen ATK-rekisteri vedenlaadun
tarkkailusta.
- Vogt, H., 1971. Voimakkaasti säännösteltyjen tekojärvien ominai-
suuksista, käytöstä ja kunnostuksesta. Vesihallituk-
sen tiedotus 8.
- Vogt, H., 1974. Kemihaaran allas. Arviointi veden laadusta ja
hankkeen vaikutuksista vesistön tilaan. Käsikirjoitus.
Vesihallitus.
- Vogt, H., 1976. Tekojärvien ympäristövaikutukset. Suuret tekojärvet.
Vesiyhdistys ry.
- Vogt, H., 1978. An ecological and environmental survey of the
humic man-made lakes in Finland. Aqua Fenn. vol.8.

Taulukko 9. Hautaperän altaan turpeiden fysikaalisia ominaisuuksia
(Isotalo 1957)

Näytepaikka ja syvyys cm	Turve- laji	Maat. aste	pH	Märkä tilav. paino g/cm ³	Kuiva tilav. paino g/cm ³	Kosteus % märkä- painosta	Huokoisuus %
2/-200							
00	MK	-	4,35	0,992	0,210	78,8	86,6
25	MK	-	4,30	0,998	0,191	80,9	87,5
50	C	6	4,70	1,004	0,143	85,7	90,7
75	C	7	4,85	1,016	0,153	85,0	90,4
100	C	7	4,95	1,012	0,154	84,8	90,0
4,5/+50							
00	LC	5	4,30	0,940	0,157	83,3	90,1
25	C	6	4,60	1,006	0,174	82,8	88,7
50	SC	7	5,05	1,009	0,137	86,5	91,1
75	SC	7	5,30	1,022	0,157	84,7	89,9
100	SC	7	5,50	1,052	0,197	81,3	89,9
125	LjC	-	5,50	1,120	0,291	74,1	85,2
5/+50							
00	C	2	5,40	0,979	0,115	88,3	93,0
25	C	2	5,65	0,980	0,096	90,2	94,1
50	C	4	5,50	1,009	0,117	88,5	92,9
75	C	4	5,85	1,008	0,110	89,1	93,4
100	C	5	5,85	1,012	0,116	88,5	93,0
125	C	6	6,00	1,008	0,109	89,2	93,3
150	C	5	5,95	1,006	0,102	89,9	93,7
175	LC	5	5,85	0,988	0,084	91,5	94,7
200	C	4	6,05	1,010	0,073	92,7	95,4
225	Lj	-	6,00	1,032	0,130	87,4	93,7
250	Lj	-	6,30	1,058	0,156	85,3	93,5
10/00							
00	S	0	4,20	0,960	0,044	95,4	97,2
25	SC	1	4,70	0,988	0,080	91,9	95,1
50	SC	2	4,50	0,982	0,104	89,5	93,4
75	LSC	5	4,35	1,012	0,115	88,6	92,4
100	SC	6	4,40	0,999	0,089	91,1	94,2
125	SC	7	4,60	1,000	0,082	91,8	94,7
150	SC	7	4,65	1,010	0,081	92,0	95,9
175	LSC	6	4,80	1,010	0,077	92,4	95,0

7/+15

00	C	1	5,25	0,990	0,088	91,1	94,6
25	C	2	5,20	1,002	0,086	91,4	94,5
50	C	2	5,60	1,009	0,041	95,0	97,4
100	C	3	5,90	1,015	0,083	91,8	94,8
125	C	4	5,60	1,001	0,093	90,8	94,0
150	C	4	5,90	1,004	0,091	90,9	94,1
175	LC	6	5,90	1,010	0,104	89,7	93,8
200	LjC	8	5,95	1,066	0,177	83,4	92,0
225	LjC	-	5,80	1,103	0,243	78,0	88,9
250	LjC	-	6,10	1,150	0,325	71,8	85,4
275	Lj	-	-	1,110	0,257	76,9	88,4
300	htLj	-	-	1,270	0,510	59,9	78,3

6,5/00

00	S	0	4,80	0,998	0,099	90,1	94,4
25	C	3	4,70	1,000	0,108	89,2	93,0
50	SC	5	4,55	1,001	0,105	89,5	93,2
75	SC	5	4,75	1,008	0,134	86,7	91,3
100	LSC	6	4,60	1,013	0,115	88,6	92,5
125	LSC	6	4,75	0,998	0,132	86,8	91,5
150	SCL	5	5,40	0,995	0,100	90,0	93,5
175	SLC	7	5,25	1,010	0,139	86,3	91,4
200	LSC	7	5,40	1,015	0,152	85,0	91,4
225	Lj	-	5,40	1,130	0,269	76,2	88,7

5/-350

00	LC	2	3,80	0,910	0,125	86,3	91,8
25	LC	5	3,50	1,008	0,139	86,2	90,8
50	LSC	7	3,70	1,007	0,165	83,6	89,1
75	CS	7	4,00	1,037	0,177	83,6	89,0

6,5/-75

20	CS	1	3,6	1,001	0,062	93,8	95,9
50	SC	4	4,40	1,005	0,132	86,8	91,3
90	C	4	4,60	1,022	0,106	89,6	93,1

6,5/00

20	CS	1	4,15	1,006	0,139	86,2	91,2
50	C	4	4,30	1,018	0,147	85,5	90,3
90	C	5	4,70	1,018	0,119	88,3	92,4

5/+25

20	C	3	4,55	1,002	0,162	83,9	89,8
50	C	5	4,80	1,021	0,143	86,0	90,8
90	C	6	5,70	1,032	0,164	84,2	89,5

6,5/-175

00	S	1	4,30	0,950	0,092	90,4	94,0
25	SC	4	4,50	1,010	0,110	89,1	92,8
50	SC	5	4,50	1,012	0,130	87,2	91,5
75	SC	5	4,75	1,000	0,132	86,9	91,6
100	LC	5	4,75	0,988	0,138	86,0	91,0
125	LC	6	4,80	1,031	0,145	85,9	90,6
150	LC	5	4,95	0,996	0,144	85,6	90,7
175	LSC	5	5,10	0,980	0,127	87,0	91,8
200	LSC	6	5,40	1,003	0,112	88,8	92,8
225	LSC	5	5,25	0,995	0,104	89,6	93,1
250	LC	5	5,55	1,000	0,111	88,9	92,8
275	LC	4	5,50	1,002	0,076	92,6	95,2
300	LjC	-	5,10	1,045	0,157	85,0	93,4

2100/60

00	S	0	3,55	0,650	0,055	91,6	96,4
25	SC	4	3,20	0,996	0,157	84,3	89,6
50	SC	5	3,30	1,000	0,198	80,2	87,2
75	SC	7	3,30	1,022	0,186	81,8	88,0
100	SC	7	3,55	1,002	0,143	85,7	90,7
125	SC	6	3,90	1,012	0,173	82,9	89,7

1600/+600

00	muokkaus-		5,60	1,380	0,953	30,9	62,2
25	kerros		4,50	1,002	0,256	74,5	89,0
50	S	6	4,40	1,012	0,189	81,4	88,2
75	LS	6	5,60	1,100	0,263	76,1	85,8
100	LS	6	5,40	1,180	0,373	68,4	80,9

1800/-700

00	S	1	3,60	0,570	0,060	89,4	96,1
25	S	2	3,80	0,997	0,111	88,8	92,9
50	S	4	4,10	0,014	0,159	84,4	89,7
75	CS	6	4,60	1,020	0,147	85,6	90,8
100	LSC	7	4,40	1,018	0,140	86,2	91,3

125	CS	7	4,80	1,015	1,108	89,4	93,4
150	C	7	4,95	1,023	0,151	85,2	90,9
175	LC	7	5,20	1,110	0,252	77,3	87,9
200	LC	7	5,05	1,058	0,223	79,0	87,5
225	LC	8	5,30	1,094	0,270	75,4	84,9
250	LC	7	5,40	1,085	0,220	79,7	88,3
1800/00							
00	CS	1	5,60	0,960	0,094	90,2	94,4
25	C	2	5,45	1,012	0,102	89,9	93,7
50	LC	6	5,50	1,048	0,193	81,6	89,0
75	LC	6	5,00	1,052	0,220	79,1	87,5
100	LC	7	5,20	1,033	0,210	79,7	87,6
125	LC	7	5,25	1,028	0,191	81,4	88,8
150	LC	7	5,30	1,015	0,165	83,8	90,3
175	LC	7	5,55	1,014	0,155	84,8	90,7
200	LC	7	5,50	1,020	0,169	83,5	89,7
225	SLC	8	5,90	1,040	0,192	81,5	88,6
1800/-200							
00	CS	0	5,30	0,970	0,099	89,8	94,1
25	C	3	5,30	0,986	0,112	88,6	93,1
50	LC	4	5,35	1,000	0,143	85,7	91,2
75	LSC	5	5,40	1,025	0,160	84,4	90,0
100	LSC	5	5,40	1,028	0,195	81,0	88,2
125	LC	5	5,35	1,022	0,170	83,4	89,9
150	LC	5	5,40	1,025	0,198	80,7	88,6
175	LC	6	5,45	1,020	0,171	83,3	89,6
200	LC	7	5,50	1,015	0,153	84,9	90,0
2100/+200							
00	muokkaus-		5,30	1,080	0,547	49,4	78,0
25	kerros		4,80	1,010	0,230	77,2	86,7
50			5,00	1,000	0,166	83,4	90,2
75	LSC	6	5,25	1,007	0,136	86,5	91,4
100	LC	6	5,15	1,005	0,124	87,7	92,4
125	LSC	6	5,30	1,002	0,118	88,3	92,6
150	LSC	7	5,60	1,002	0,127	87,3	91,9
175	SC	7	5,65	1,000	0,140	86,1	91,2
200	LSC	7	5,50	0,998	0,130	87,0	91,7

2200/+200

00	muokkaus-		5,80	1,267	0,596	52,9	68,6
25	kerros		4,90	1,016	0,183	82,0	88,7
50			5,25	1,018	0,135	86,7	91,4
75	LSC	6	5,15	0,998	0,122	87,8	92,2
100	SC	6	5,50	1,002	0,120	88,0	92,3
125	LSC	7	5,30	1,001	0,117	88,3	92,6
150	LSC	7	5,55	1,000	0,100	90,0	93,6
175	LSC	8	5,60	1,015	0,126	87,6	92,3
200	LC	5	5,60	1,010	0,109	89,2	92,9
225	C	5	5,70	1,012	0,107	89,5	93,7

2400/+200

00	muokkaus-		4,90	1,104	0,433	60,8	77,6
25	kerros		5,30	1,000	0,178	82,2	89,2
50			5,40	1,010	0,128	87,3	91,9
75	LSC	6	5,55	1,013	0,127	87,5	91,9
100	LC	6	5,60	1,008	0,113	88,8	92,7
125	LC	5	5,80	1,017	0,135	86,7	91,5
150	LC	6	5,90	0,996	0,111	88,9	92,9
175	LC	7	5,85	1,008	0,133	86,8	91,7
200	SC	7	5,85	1,000	0,112	88,8	92,9
225	C	8	5,95	1,080	0,219	79,8	88,1

2500/+200

00	muokkaus-		5,05	1,175	0,456	61,2	77,4
25	kerros		5,25	0,922	0,225	75,6	87,2
50			5,20	1,018	0,179	82,5	89,2
75	LCS	6	5,30	1,002	0,135	86,6	91,6
100	LCS	7	5,70	1,020	0,132	87,1	91,9
125	LCS	6	5,70	1,000	0,127	87,3	91,9
150	LCS	7	5,90	1,014	0,119	88,3	92,5
175	LS	8	5,90	1,022	0,155	84,9	90,6
200	LS	8	6,30	1,020	0,179	82,4	89,4
225	LS	8	6,30	1,050	0,191	81,8	90,8

2600/+200

00	muokkaus-		6,25	1,498	0,881	41,2	61,4
25	kerros		5,80	1,070	0,258	75,9	86,0
50			5,30	1,018	0,179	82,4	88,9
75	LC	5	5,70	1,030	0,172	83,3	89,5
100	LC	5	6,00	1,020	0,135	86,7	91,7
125	LC	6	6,30	1,030	0,167	83,8	90,5
150	LSC	7	6,05	1,040	0,177	83,0	89,7
175	LSC	8	6,40	1,024	0,152	85,1	90,7
200	LSC	9	6,35	1,037	0,186	82,1	89,6

7/-25

20	C	4	4,50	1,028	0,143	86,1	91,4
50	C	5	5,15	1,050	0,185	82,4	90,0
90	C	5	5,20	1,030	0,174	83,1	90,2

2600/00

00	S	0	4,40	1,000	0,171	83,0	89,2
25	C	4	5,00	1,007	0,127	87,4	91,9
50	C	4	5,20	1,000	0,096	90,4	93,8
75	C	4	5,40	1,002	0,092	90,9	94,1
100	C	4	5,30	1,002	0,105	89,5	93,2
125	LC	5	5,20	1,000	0,097	90,3	93,7
150	C	5	5,55	1,000	0,108	89,2	93,0
175	LC	6	5,70	1,018	0,121	88,1	92,2
200	LC	7	5,40	1,020	0,133	87,0	91,6
225	LC	6	5,65	1,020	0,140	86,3	91,3
250	LC	6	5,80	1,015	0,134	86,8	92,4

3450/+400

00	C	3	6,40	1,024	0,136	86,7	91,6
25	C	4	5,80	1,045	0,122	88,4	92,4
50	C	6	5,55	1,018	0,148	85,5	90,6
75	LC	7	5,50	1,014	0,126	87,5	92,1
100	LC	8	5,50	1,025	0,152	85,2	90,6

2800/+200

00	muokkaus-		5,40	1,305	0,743	43,1	65,9
25	kerros		5,20	1,080	0,283	73,8	83,8
50	LS	5	5,50	1,035	0,206	80,1	87,6
75	LS	5	5,20	1,008	0,166	83,6	89,7
100	LS	6	5,80	1,038	0,171	83,5	90,2

2900/+100

00	muokkaus-		5,15	0,880	0,303	65,5	85,4
25	kerros		4,75	1,032	0,193	81,3	88,0
50			5,00	1,024	0,184	82,1	88,7
75	LS	5	5,00	1,005	0,146	85,5	90,8
100	LS	6	5,80	1,018	0,140	86,8	91,5
125	LS	6	5,65	1,050	0,183	82,6	89,1
150	LS	7	5,85	1,045	0,178	83,0	89,2
175	LS	7	5,50	1,047	0,187	82,1	88,9
200	LS	7	5,30	1,020	0,142	86,1	91,4
225	LS	7	5,90	1,020	0,123	88,0	92,7

2900/00

00	muokkaus-		6,00	0,840	0,438	47,9	80,2
25	kerros		5,05	1,025	0,182	82,3	89,5
50	L SC	7	5,10	1,020	0,217	78,7	86,3
75	LCS	7	5,80	1,030	0,188	81,7	88,2
100	LCS	8	5,75	1,048	0,143	86,4	91,2
125	LCS	8	5,80	1,030	0,117	88,6	92,7
150	LCS	7	5,55	1,025	0,141	86,2	91,3
175	LCS	8	5,80	1,028	0,135	86,8	92,2
200	LCS	7	5,25	1,034	0,161	84,4	90,8

3350/-150

00	LS	1	5,15	1,130	0,298	73,6	88,7
25	LS	5	5,30	1,020	0,138	86,4	92,1
50	CS	5	5,35	1,030	0,136	86,8	92,0
75	CS	8	5,40	1,008	0,105	89,6	94,1
100	C	8	5,75	1,040	0,139	86,6	92,9

LIITE 2.

Taulukko 7. Hautaperän allasalueen turpeiden ja kivennäismaan kemiallisia ominaisuuksia tutkimuspisteittäin (Isotalo 1975).

Paalu n:o	Syvyys	Turvelaji	S _{tot} mg/g	P _{tot} mg/g	Fe _{tot} mg/g	N _{tot} %
5/+25	00	C	0,99	1,54	7,2	2,25
	30	C	0,76	1,41	6,6	2,30
	70	C	0,88	1,72	10,0	1,90
5/+50	00	C	1,65	0,91	20,8	1,60
	50	C	1,00	2,43	15,8	2,58
	100	C	0,94	1,31	8,6	2,39
	150	C	1,02	1,75	13,4	2,18
	200	C	1,18	1,01	15,6	1,50
	250	Lj	2,73	0,80	21,5	1,55
5/-350	00	LC	0,79	0,92	3,1	1,57
	50	LSC	0,89	0,63	6,3	1,53
5,5/-75	00	Si	0,49	0,53	4,5	0,36
	10	Si	0,60	0,66	25,4	0,06
6,5/00	00	S	1,09	0,91	10,9	1,27
	30	CS	0,62	1,01	2,9	1,97
6,5/-75	00	S	0,69	0,64	10,3	1,29
	10	CS	1,11	1,41	4,1	1,89
6,5/-175	00	S	1,04	1,18	5,3	1,79
	50	SC	0,70	1,06	3,8	1,79
	100	LC	0,90	0,99	5,1	1,34
	150	LC	0,61	1,10	6,7	2,16
	200	LSC	1,02	0,83	9,2	2,10
	250	LC	1,20	0,27	11,8	1,82
	300	Lj	3,84	0,63	17,4	1,37
7/+15	00	C	1,90	1,42	9,8	2,38
	50	C	1,19	1,27	9,2	2,40
	100	C	0,66	1,25	9,4	2,38
	150	C	0,75	0,75	10,8	1,88
	200	C	1,55	0,74	15,8	0,84
	250	Lj	1,08	0,43	17,0	0,21
7/+25	00	C	1,95	1,62	11,7	2,17
	30	C	1,31	1,52	6,5	2,16
	70	C	1,21	1,31	12,0	1,96
1600/+400	00	Mr	0,47	0,30	9,82	0,14

Paalu n:o	Syvyys	Turvelaji	S _{tot} mg/g	P _{tot} mg/g	Fe _{tot} mg/g	N _{tot} %
1800/00						
	00	SC	2,20	0,84	37,6	1,33
	50	LC	2,05	1,02	19,5	1,75
	100	LC	2,45	1,54	22,5	1,90
	150	LC	3,75	1,06	16,6	1,97
	200	LC	3,27	0,46	12,5	2,38
2000/00						
	00	Mr	0,45	0,40	6,18	0,14
2100/+200						
	00	MK	1,01	0,70	19,3	1,97
	50	MK	1,23	1,20	10,3	1,88
	100	LC	1,02	0,79	10,4	1,71
	150	LSC	1,18	1,16	10,7	1,99
	200	LSC	1,09	0,44	10,4	1,54
2600/00						
	00	S	0,99	0,87	9,4	2,16
	50	S	1,02	1,03	8,1	2,20
	100	C	0,62	1,00	8,1	2,09
	150	C	0,94	0,87	10,4	1,85
	200	LC	1,52	1,06	14,0	2,16
	250	Lj	4,20	0,50	15,0	1,18
2900/00						
	00	MK	1,72	2,62	63,9	2,00
	50	MK	1,62	1,31	13,9	1,68
	100	LCS	1,92	1,96	35,0	2,10
	150	LCS	1,54	0,79	14,8	1,60
	200	LCS	1,17	0,92	14,3	1,57
2900/-1300						
	00	Si	0,80	0,63	19,18	0,21
3300/-650						
	50	S	1,54	1,18	7,88	1,84
	100	S	0,64	0,63	4,48	1,11
3350/-150						
	00	LS	0,86	0,66	15,4	0,28
	50	CS	1,11	1,82	10,1	2,11
	100	C	1,45	1,90	13,3	1,40
3750/00						
	00	Mr	0,62	0,58	3,7	1,67
	20	Mr	0,42	0,18	2,6	0,07
4150/+600						
	50	S	1,54	1,50	9,3	2,03
	100	SC	1,86	2,95	12,4	2,23

KUVA 5. HIRVIJÄRVEN JA VARPULAN ALTAIDEN TURVE-
LAUTAT 17.9.1975

VEDENPINNAN KORKEUS

Hirvijärvi W = 87.72 N₄₃ m (HW = 88.70 N₄₃ m) Varpula W = 90.17 N₄₃ m (HW = 92.00 N₄₃ m)

TURVELAUTAT:

Hirvijärvi	Varpula
1. 18.6 ha	1. 10.7 ha
2. 25.1 "	2. 0.6 "
3. 0.7 "	3. 8.6 "
4. 2.0 "	4. 9.1 "
5. 2.3 "	Yht. 29.0 ha
6. 7.7 "	
7. 2.6 "	
8. 1.6 "	
9. 0.9 "	
10. 0.8 "	
11. 13.0 "	
12. 1.9 "	
Yht. 77.2 ha	

